

esp@cenet document view

1/1 ページ

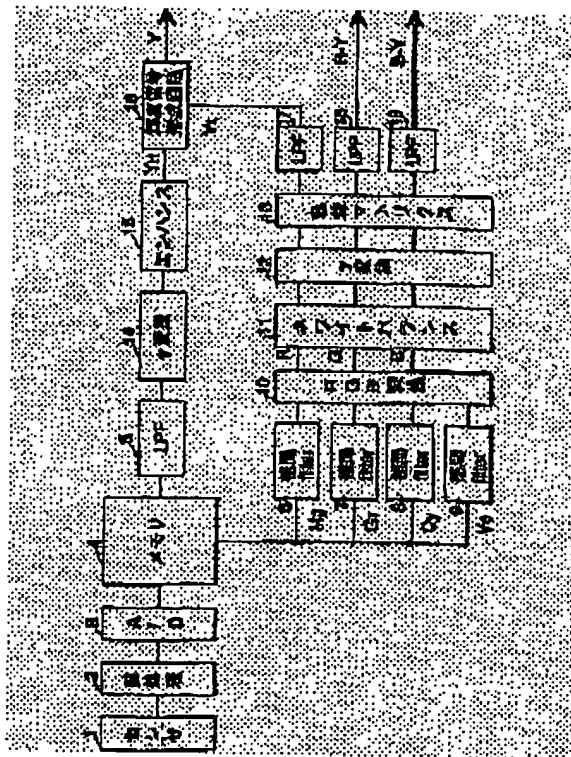
COLOR IMAGE PICKUP DEVICE

Publication number: JP6253318
 Publication date: 1994-09-09
 Inventor: SHIRAIISHI AKIHIKO
 Applicant: CANON KK
 Classification:
 - International: H04N9/07; H04N9/07; (IPC1-7): H04N9/07
 - European:
 Application number: JP19930063366 19930226
 Priority number(s): JP19930063366 19930226

Report a data error here

Abstract of JP6253318

PURPOSE: To rationalize various processes, to improve the resolution and reduce the color moire, and to photograph even a still frame picture by reading necessary information out of a memory and obtaining an image through digital signal processing. **CONSTITUTION:** Signals corresponding to color signals Mg, Gv, Cy, and Ye are read out of the buffer memory 4 and made into synchronized color signals Mg, Gv, Cy, and Ye by four interpolating filters 6-9. Then those four kind of color signals are inputted to an RGB conversion part 10 and converted into primary color signals of R, G, and B. In this case, the four kind of color filters 6-9 arranged in an image pickup element are arranged in an array of offset sampling structure which is offset by $2Ph$ vertically, $2Pv$ horizontally, and Ph vertically, thereby reducing color carriers which are generated horizontally and vertically.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

PHNL000601JP Citation 1 #5

(18)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-253318

(43)公開日 平成6年(1994)9月9日

(51)IntCl⁵

H04N 9/07

識別記号

A 9187-5C

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3 FD (全14頁)

(21)出願番号 特願平5-63388
 (22)出願日 平成5年(1993)2月26日

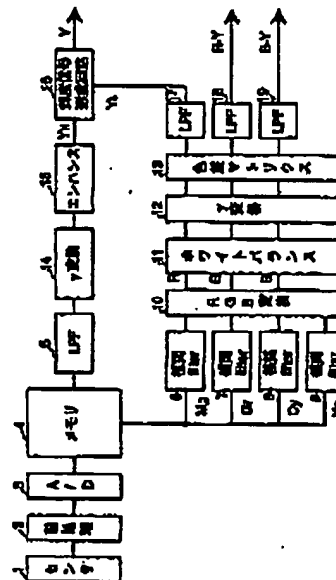
(71)出願人 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (72)発明者 白石 昭彦
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
 ノン株式会社内
 (74)代理人 弁理士 國分 孝悦

(54)【発明の名称】 カラー撮像装置

(57)【要約】

【目的】 解像度がよく、色モアレが少なく、かつ、静止フレーム画も撮影可能なカラー撮像装置を提供する。

【構成】 撮像素子1に配置する4種類のカラーフィルタを、垂直方向に対しては2ピッチで相異なる色を繰り返し、水平方向に対しては2ピッチで、かつ垂直方向に1ピッチだけオフセットして相異なる色を繰り返すようなオフセットサンプリング構造による配座とすることにより、解像度の劣化や色モアレの発生の原因となる水平方向および垂直方向の色キャリアを低減させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 4種類のカラーフィルターを有し、垂直方向に対しては2画素周期で相異なる色のカラーフィルターが繰り返され、水平方向に対しては2画素周期で、かつ垂直方向に1画素だけオフセットされて相異なる色のカラーフィルターが繰り返されるようなオフセットサンプリング構造を持つ撮像素子と、

上記撮像素子からの出力を一旦記憶するメモリとを備え、

上記メモリから必要な情報を読み出してデジタル信号処理を行うことにより画像を得るようにしたことを特徴とするカラー撮像素子。

$$1. 6PhPv / |2Ph \sin \theta + Pv \cos \theta| \leq D \leq 2.4PhPv / |2Ph \sin \theta + Pv \cos \theta|$$

なる条件を満たすように構成された光学的ローパスフィルターと、

上記撮像素子からの出力を一旦記憶するメモリとを備え、

上記メモリから必要な情報を読み出してデジタル信号処理を行うことにより画像を得るようにしたことを特徴とするカラー撮像素子。

【請求項3】 上記撮像素子からの出力を、無彩色の被写体に対して、上記4種類のカラーフィルターからの出力が一定になるようにゲインを調整するゲイン調整手段と、

すべての行において、任意の2つの列の係数の和が残りの2つの係数の和に等しい3行4列のマトリクス演算を行うことにより、上記4種類のカラーフィルターの出力からRGB信号を形成する信号形成手段とを有することを特徴とする請求項1または2記載のカラー撮像素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、2次元に複数個の撮像素子が配置されてなる固体撮像素子を備えたカラー撮像素子に関する。特に、メモリを用いてデジタル信号処理を行うカラー撮像素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年の半導体技術の急速な進歩により、ビデオ信号処理の分野では、デジタル的に信号処理を行うようにしたものが本命となりつつある。これは、デジタル信号処理は、アナログ信号処理に比べてICの集積化・高精度化、種々の調整の容易さ、S/N比の良さなどの点で有利であるからである。

【0003】 このため、撮像素子においても、小型・軽量・高信頼性などの長所を持つことから、デジタル対応の種々の方式が開発されてきた。その中でビデオカメラや電子スチルカメラ用の撮像素子としては、高解像度、S/N比の良さ、信号処理の容易さなどの観点から、図9に示すようなカラーフィルター配置を持つCCD型撮像素子が最も一般的に用いられている。

【請求項2】 4種類のカラーフィルターを有し、垂直方向に対しては2画素周期で相異なる色のカラーフィルターが繰り返され、水平方向に対しては2画素周期で、かつ垂直方向に1画素だけオフセットされて相異なる色のカラーフィルターが繰り返されるようなオフセットサンプリング構造を持つ撮像素子と、

入射した光線を上記撮像素子の走査方向に対して時計回りまたは反時計回りにθの角度をなす方向で、距離Dだけ離れた2本の光線に分離する光学部材を有し、上記撮像素子の水平方向のピッチをPh、垂直方向のピッチをPvとしたときに、距離Dが、

$$(0 \leq \theta \leq \pi/2)$$

【0004】 図9から明らかなように、この撮像素子は、水平方向に対して2画素周期で相異なる色を繰り返すカラーフィルターを有している。そして、そのフィルター配列は、マゼンタMgとグリーンGrとが繰り返されるラインと、シアンCyとイエローYeとが繰り返されるラインとからなる。また、MgとGrはオフセットサンプリング配列になっており、CyとYeは正方サンプリング配列になっている。なお、これとは逆に、MgとGrが正方サンプリング配列で、CyとYeがオフセットサンプリング配列になっているものもある。

【0005】 図10は、このようにカラーフィルターが配された撮像素子の空間周波数平面(f_H , f_V)上における色キャリアの特性を示す図である。図10において、矢印はMg、Gr、Cy、Yeの各色のキャリアを表しており、また矢印の向きはその各色の位相関係を表している。ただし、 f_H は水平方向の周波数を示し、 f_V は垂直方向の周波数を示している。

【0006】 この撮像素子から信号を読み出す方法としては、通常、画素混合読み出し（あるいはフィールド読み出し）と呼ばれる方法が用いられる。これは、光電変換された信号電荷を2行ずつ混合して読み出す方法である。この方法によれば、信号電荷は、例えば図9に示すように、Aフィールドでは A_{n-1} 、 A_n 、 A_{n+1} 、・・・というように読み出される。また、Bフィールドでは B_{n-1} 、 B_n 、 B_{n+1} 、・・・というように読み出される。

【0007】 この結果、この撮像素子からは、(Mg+Cy)と(Ye+Gr)、および(Cy+Gr)と(Mg+Ye)の画素信号が交互に出力される。いま便宜上撮像素子から得られる信号を、

$$C_1 = Mg + Cy$$

$$C_2 = Ye + Gr$$

$$C_3 = Cy + Gr$$

$$C_4 = Mg + Ye$$

と呼ぶことにすると、これら4つの信号が得られるときの空間的な重心の位置の集合は、図11に示すようなC

1、 C_2 、 C_3 、 C_4 による正方サンプリング構造と考
えることができる。そして、この画素信号を基に各フ
ィールドの輝度信号および色信号を形成することにより、
カラー画像を得るようにしている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図9に
示すようなカラーフィルター配置を持つ撮像素子を用い
て画素混合読み出しを行うときには、以下に示すような
問題が生じる。第1に、この撮像素子を電子スチルカメ
ラなどによる静止画の撮影に用いようすると、画素混
合読み出しのため、片方のフィールドの画像しか得られ
ず、このため解像度の高い、いわゆるフレーム画を得る
ことができない。

【0009】第2に、画素混合読み出しを行うときは、
上述のように、図11に示したようなサンプリング構造
による撮像素子から輝度信号や色信号を形成すること
になるが、このためには1行分飛ばした2つの行データ
を用いなくてはならない。このため、空間的に離れた2点
の情報を足し合わせることになるので、垂直方向の相関
が減少し、特に垂直方向に対する解像度が劣化する。

【0010】第3に、上述のように色信号の垂直方向の
相関が減少するため、色モアレが目立ちやすくなる。こ
れは以下に示す理由による。図12は、図11のような
構造に基づく撮像素子の空間周波数平面(f_H 、 f_V)
上における色キャリアの特性を示す図である。図12に
おいて、矢印は C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 の各色のキャ
リアを表しており、また矢印の向きはその各色の位相関係
を表している。また、 P_h は撮像素子の水平方向のピ
ッチ、 P_v は垂直方向のピッチを表している。

【0011】これを、図10に示した空間周波数平面
(f_H 、 f_V)上における色キャリアの特性と比較する
と、図12においては垂直方向の比較的低い周波数
(0 、 $1/4P_v$)に色キャリアが発生していることが
わかる。これは、NTSC規格のビデオカメラでは24
0TV本に相当する。そして、この色キャリアの作用に
より、垂直方向の比較的低い周波数で色モアレが発生し
てしまうのである。また、図10によれば、垂直方向の
周波数(0 、 $1/2P_v$)にもキャリアが発生している
ことがわかる。そして、この色キャリアの作用により、

$$H_1(f_H, f_V) = |\cos(\pi/2 \cdot P_h f_H) \cdot \cos(\pi P_h f_H) \cdot \dots| \quad (1)$$

なる式で表される。

【0017】そして、これをグラフに表したものが図1
5(a)であり、空間周波数平面(f_H 、 f_V)上にお
ける特性として表したものが図16(b)である。図1
5(b)において、点線114a、114b、115
a、115bは光学的ローパスフィルター110がトラ
ップする共振周波数である。これより、光学的ローパ
スフィルター110は、輝度信号のキャリア周波数 $f_H = 1/P_h$ 、および色信号のキャリア周波数 $f_H = 1/$

無彩色の細かい模様を被写体を撮影した場合にも色モ
アレが発生してしまう。

【0012】第4に、色モアレの発生を防止するために
用いられる光学的ローパスフィルターの特性から、充分
な解像度を得ることができない。すなわち、図10およ
び図12の両図において、水平方向の周波数($1/2P_h$ 、 0)
の位置に色キャリアが発生していることがわか
る。この色キャリアは、一般には撮像素子の前に置かれ
る光学的ローパスフィルターにより抑制するようになさ
れているが、その一方で、この光学的ローパスフィル
ターの使用は、水平方向の解像度の劣化をまねく。このた
め、従来のビデオカメラでは、解像度と色キャリアが引
き起こす色モアレとのトレードオフで光学的ローパスフ
ィルターを設計し、画質を決定しなければならなかつ
た。

【0013】この問題について、図13～図15を用い
て詳細に説明する。サンプリング定理によれば、輝度信
号は $f_H = 1/2P_h$ の周波数まで通過帯域をとること
ができるはずである。したがって、輝度信号の折り返り
歪みを生じさせないためには、光学的ローパスフィル
ターは、ナイキスト周波数である $f_H = 1/2P_h$ 以上の
周波数成分を全て0にカットするものが理想的である。

【0014】ところが、上述のように $f_H = 1/2P_h$
の位置には色キャリアが発生するので、上述のような周
波数特性を持つ光学的ローパスフィルターを用いると、
色信号の折り返り歪みにより色モアレが発生してしま
う。このため、光学的ローパスフィルターの周波数特性
は、図13に示すように、色キャリアの発生する $f_H = 1/2P_h$
の周波数より色信号の帯域の分だけ低く通
過帯域を設定しなければならない。

【0015】以上のことを前提とした従来の光学的ロー
パスフィルターの概略的な構成を、図14に示す。図1
4において、光学的ローパスフィルター110は、水平
方向に距離 P_h だけ入射した光線を2本に分割する複屈
折板111と、直線偏光を円偏光にする位相板112
と、水平方向に距離 $P_h/2$ だけ入射した光線を2本に
分割する複屈折板113とで構成されている。

【0016】この光学的ローパスフィルターの伝達特性
(MTF特性)は、

$2P_h$ をトラップすることがわかる。

【0018】また、上述のような特性を持つ光学的ロー
パスフィルター110では、(1)式または図15
(a)からもわかるように、色信号のキャリア周波数
 $f_H = 1/2P_h$ の約85%の周波数において既にMT
Fは-15dBまで落ち込み、 $f_H = 1/2P_h$ にいた
ってはMTFは0となっている。したがって、このよう
な光学的ローパスフィルター110を用いた従来のカラ
ー撮像装置では、解像度限界である $f_H = 1/2P_h$ よ

りも低い解像度しか得ることができなかった。

【0019】また、図15(a)から明らかなように、 $f_H = 1/2 P_h$ 以上の周波数成分が十分に抑制されていないので、これにより色キャリアの折り返し歪みによる色モアレが発生してしまうという問題もあった。

【0020】本発明は以上のような問題にかんがみ、デジタル信号処理により種々の処理の合理化を図るとともに、解像度がよく、色モアレが少なく、かつ、静止フレーム面も撮影可能なカラー撮像装置を提供することを目的としている。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明のカラー撮像装置は、4種類のカラーフィルタを有し、垂直方向に対しては2画素周期で相異なる色のカラーフィルタが繰り

$$1. \theta P_h P_v / |2 P_h \sin \theta + P_v \cos \theta| \leq D \leq 2. 4 P_h P_v / |2 P_h \sin \theta + P_v \cos \theta|$$

なる条件を満たすように構成された光学的ローパスフィルタと、上記撮像素子からの出力を一旦記憶するメモリとを備え、上記メモリから必要な情報を読み出してデジタル信号処理を行うことにより画像を得るようにしたことを特徴とするものである。

【0023】本発明の更に他の特徴とするところは、上記撮像素子からの出力を、無彩色の被写体に対して、上記4種類のカラーフィルタからの出力が一定になるようにゲインを調整するゲイン調整手段と、すべての行において、任意の2つの列の係数の和が残りの2つの係数の和に等しい3行4列のマトリクス演算を行うことにより、上記4種類のカラーフィルタの出力からRGB信号を形成する信号形成手段とを有することを特徴とするものである。

【0024】

【作用】上述のように構成した本発明によれば、撮像素子に配される4種類のカラーフィルタを、垂直方向に対して $2 P_h$ 、水平方向に対して $2 P_v$ で並置方向に P_h だけオフセットされたオフセットサンプリング構造による配列で配置したことにより、水平方向および垂直方向に発生する色キャリアが少なくなる。

【0025】更に、光学的ローパスフィルタを、入射した光線を撮像素子の走査方向に対して時計回りまたは反時計回りに θ の角度をなす方向で、一定の条件を満たす距離Dだけ離れた2本の光線に分離する光学部材を用いて構成したことにより、限界解像度以下の領域で十分なMTF特性が得られるとともに、限界解像度の周波数以上の周波数成分が充分抑制される。

【0026】また、撮像素子からの出力について、4種類のカラーフィルタからの出力が一定になるようにゲインを調整するとともに、それらの出力からRGB信号を形成する際に行われるマトリクス演算を、すべての行における任意の2つの列の係数の和を残りの2つの係数の和に等しくした3行4列のマトリクスを用いて行う

返され、水平方向に対しては2画素周期で、かつ垂直方向に1画素だけオフセットされて相異なる色のカラーフィルタが繰り返されるようなオフセットサンプリング構造を持つ撮像素子と、上記撮像素子からの出力を一旦記憶するメモリとを備え、上記メモリから必要な情報を読み出してデジタル信号処理を行うことにより画像を得るようにしたことを特徴とするものである。

【0022】本発明の他の特徴とするところは、上記撮像素子と、入射した光線を上記撮像素子の走査方向に対して時計回りまたは反時計回りに θ の角度をなす方向で、距離Dだけ離れた2本の光線に分離する光学部材を有し、上記撮像素子の水平方向のピッチを P_h 、垂直方向のピッチを P_v としたときに、距離Dが、

$$(0 \leq \theta \leq \pi/2)$$

ことにより、垂直方向に発生する色キャリアが更に少なくなる。

【0027】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図1は、本発明のカラー撮像装置の第1の実施例を示すブロック図である。図1において、1は図示しない光学的ローパスフィルタからの光を電気的な信号に変換する撮像素子で、後述するような4種類のカラーフィルタを配置している。

【0028】撮像素子1からは、1画素ごとに撮像信号が読み出される。撮像素子1から読み出された撮像信号は、前処理回路2でCDS（撮像素子1の出力信号のリセットノイズやクロックノイズの除去）、AGC（入力信号レベルの適正化）などの処理を受けた後、A/D変換器3により、読み出しクロックに同期したタイミングでA/D変換される。このA/D変換器3は、後で行われる色処理のために、リニアな特性を持つものがよく、量子化誤差の点から考えると8bit以上の精度でA/D変換を行うものが望ましい。

【0029】A/D変換された信号は、後で行われる2次元信号処理のために、一度バッファメモリ4に書き込まれる。そして、処理に必要な信号は、このバッファメモリ4から読み出される。

【0030】輝度信号に対応する信号は、撮像素子1の画素配列に対応した順序でバッファメモリ4から順次読み出され、ローパスフィルタ5に入力される。ローパスフィルタ5に入力された信号は、ここで所定の帯域制限がなされた後、 γ 変換部14、エンハンサー15で所定の処理を受けて、高域成分を含む輝度信号 Y_H とされる。このようにして得られた高域成分を含む輝度信号 Y_H は、後述するような方法で得られる輝度の低域成分 Y_L と輝度信号形成回路16で合成され、輝度信号Yとして出力される。

【0031】一方、色信号 M_g 、 G_r 、 C_y 、 Y_o に対

応する信号は、上記と同様にしてバッファメモリ4から読み出され、4つの帯域フィルター8、7、8、9により、各々同時化された色信号Mg、Gr、Cy、Yeとされる。続いて、これら4種の色信号は、RGB変換部10に入力され、R、G、Bの3原色信号に変換される。なお、この変換は、次に示すマトリクス演算により行われるものである。

【0032】

【数1】

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = A \begin{bmatrix} Mg \\ Gr \\ Cy \\ Ye \end{bmatrix} \dots (2)$$

【0033】ここで、マトリクスAは、撮像素子1のMg、Gr、Cy、Yeの分光特性Mg(1)、Gr

$$\begin{bmatrix} Y \\ R-Y \\ B-Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.30 & 0.59 & 0.11 \\ 0.70 & -0.59 & -0.11 \\ -0.30 & -0.59 & 0.89 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} \dots (3)$$

【0036】色差信号R-Y、B-Yは、それぞれ引き続くローパスフィルター18、19で所定の帯域制限がなされた後、出力される。また、輝度の低域成分Y_Lは、ローパスフィルター17で所定の帯域制限がな

$$Y = Y_H - \delta (LFF17) * Y_H + \delta Y_L \quad (0 \leq \delta \leq 1) \dots (4)$$

で示される変換式により行われるものである。ここで(LFF17)は、ローパスフィルター17と同じ帯域を持つローパスフィルターであり、(LFF17) * Y_Hは、ローパスフィルター17と同じ帯域制限を高域成分を含む輝度信号Y_Hに対して行っていることを表している。

【0038】このような変換を行うのは、一般に、輝度の低域成分Y_Lは、分光特性上正しい輝度になっているが、S/N比が必ずしもよくなく、また、高域成分を含む輝度信号Y_Hは、逆にS/N比はよいが、分光特性上正しい輝度に必ずしもなっていないことによる。

【0039】ここでδは、輝度の低域成分Y_LのS/N比がよい場合には、1に固定してよい。この場合、輝度信号形成回路16における処理は、高域成分を含む輝度信号Y_Hのうちの輝度の低域成分Y_Lと同じ帯域の部分をつくり輝度の低域成分Y_Lに置き換えることに相当する。

【0040】また、高域成分を含む輝度信号Y_Hの分光特性が本来の輝度の特性に充分近いものであれば、δは0に固定してよい。この場合は、輝度信号形成回路16での処理をまったく行わず、高域成分を含む輝度信号Y_Hをそのまま輝度信号Yとして出力する場合に相当する。なお、δの値は、S/N比や色再現性などを考慮して、被写体の明るさや色の情報などに応じて変化させるようにしてもよい。

【0041】図2は、前述した撮像素子1に配されるカ

(2)、Cy(2)、Ye(2)を、NTSC規格で定められたR、G、Bの理想分光特性R(1)、G

(2)、B(2)に近づけるように最適化された3行4列のマトリクスである。

【0034】次に、ホワイトバランス部11で、RGB変換部10により形成されたR、G、Bの3つの信号をそれぞれαR、βG、βBという形に変換することによりホワイトバランスがとられる。続いて、RGB信号は、γ変換部12でテーブル変換によりγ変換された後、色差マトリクス部13に入力される。色差マトリクス部13では、次に示すようなNTSC規格にあった色差変換を行うことにより、前述した輝度の低域成分Y_Lと、2つの色差信号R-Y、B-Yとが生成される。

【0035】

【数2】

れた後、前述したように、高域成分を含む輝度信号Y_Hと輝度信号形成回路16で合成され、輝度信号Yとして出力される。

【0037】この輝度信号形成回路16による合成は、

カラーフィルター配置の一例を示す図である。このカラーフィルター配置は、Mg、Gr、Cy、Yeの4色で構成している。そして、垂直方向に対しては2Phで相異なる色を繰り返す、水平方向に対しては2Pvで、かつ垂直方向にPhだけオフセットして相異なる色を繰り返すようなオフセットサンプリング構造による配置としている。

【0042】なお、このカラーフィルター配置は、必ずしもこの図2のとおりでなくてもよく、例えば、MgとCy、あるいはGrとYeを入れ替えたものであってもよい。更には、これらの4色に限らず、例えば、レッドRd、ブルーBl、ホワイトWhなどの色と、上記4色とのうちから任意に選んだ4色の組み合わせにより配置するようにしてもよい。

【0043】図3は、このようにカラーフィルターを配置した撮像素子1の空間周波数平面(f_u、f_v)上における色キャリアの特性を示す周波数特性図である。図3において、矢印はMg、Gr、Cy、Yeの各色のキャリアを表しており、また矢印の向きはその各色の位相関係を表している。

【0044】この周波数特性を、図10および図12に示した従来の撮像素子における周波数特性と比較すると、本実施例においては、垂直方向の周波数f_v=1/4Pvの位置には色キャリアが発生していないことがわかる。このため、これらの色キャリアからの折り返りに

より発生する色モアレが生じにくくなる。更に、 f_v 軸上に色キャリアがないため、輝度信号の解像度を原理的な解像度限界である $f_v = 1/2 Ph$ まで得ることができる。

【0045】次に、本発明のカラー撮像装置の第2の実施例について、図4に基づいて説明する。図4において、図1の構成要素と対応する部分には同一符号を付してあり、これらの基本的動作は図1におけるものと同一であるので、ここでは詳細な説明は省略する。

【0046】本実施例では、A/D変換器3の前段にゲイン調整回路20を配設し、このゲイン調整回路20により、 Mg 、 Gr 、 Cy 、 Ye の各画素で得られる画像

$$A = (a_{ij}) \quad (i=1, 2, 3; j=1, 2, 3, 4) \quad \dots (5)$$

とする。一方、ゲイン調整回路20により、 Mg 、 Gr 、 Cy 、 Ye の各画素のゲインを無彩色の被写体に対し均一になるように調整しているため、 Mg 、 Gr 、 C

$$Mg(f_H, f_v) = Gr(f_H, f_v) = Cy(f_H, f_v) = Ye(f_H, f_v) = \phi(f_H, f_v) \quad \dots (6)$$

と表すことができる。

【0049】ここで、各色のベースバンド成分は相関フィルタ6、7、8、9等の2次元フィルタにより充分な

$$Mg(f_H, f_v) = Gr(f_H, f_v) = -\phi(f_H, f_v), Cy(f_H, f_v) = Ye(f_H, f_v) = \phi(f_H, f_v) \quad \dots (7)$$

となる。

【0050】したがって、RGB信号のこの点でのキャ

$$\begin{aligned} R(f_H, f_v) &= (-a_{11} - a_{12} + a_{13} + a_{14}) \phi(f_H, f_v), \\ G(f_H, f_v) &= (-a_{21} - a_{22} + a_{23} + a_{24}) \phi(f_H, f_v), \\ B(f_H, f_v) &= (-a_{31} - a_{32} + a_{33} + a_{34}) \phi(f_H, f_v) \end{aligned} \quad \dots (8)$$

のように表される。

【0051】これによれば、マトリクスAの各行で、第

$$a_{11} + a_{12} = a_{13} + a_{14} \quad (i=1, 2, 3) \quad \dots (9)$$

という関係が成り立てば、この点 $(1/2 Ph, 0)$ におけるRGB信号のキャリア成分は消滅し、この点における色信号のキャリア成分は発生しない。

【0052】すなわち、RGB変換部10aにおけるマトリクスAを、(9)式に示す条件を満足するように構成することにより、色信号の垂直方向のキャリア成分を消滅させることができるので、これにより無彩色の細かい模様を被写体で発生する色モアレを低減することが可能となる。

【0053】なお、ゲイン調整回路20によるゲイン調整が、各色画素で正確に行うことができる場合には、ホワイトバランス部11でのホワイトバランス調整は行う必要がない。

【0054】次に、本発明のカラー撮像装置の第3の実施例について説明する。本実施例では、図5に示すように、撮像素子1の前に置かれる光学的ローパスフィルタとして、図7(a)に示すような構成の光学的ローパスフィルタ50を使用する。なお、図5において、光

信号のゲインを、無彩色の被写体に対し均一になるように調整しているところに特徴がある。なお、このゲイン調整は、図4に示すようにA/D変換前のアナログ信号に対して行ってもよいが、A/D変換器3の量子化精度が充分ある場合は、A/D変換の後に行ってもよい。

【0047】このようなゲイン調整を行うことにより、輝度信号に不要な変調成分が重畳することがなくなるばかりでなく、色信号に対しても次に示すような改善をもたらすことができる。

【0048】いま、(2)式に示した変換式において、マトリクスAを、

y 、 Ye のベースバンド成分は、周波数空間上のある関数 $\phi(f_H, f_v)$ を用いて、

帯域制限がされているものとする。図4における周波数 $(1/2 Ph, 0)$ の位置にあるキャリア成分は、

キャリア成分は、(2)、(5)、(6)、(7)式によ

1列と第2列の係数の和が第3列と第4列の係数の和に等しければ、すなわち、

学的ローパスフィルタ50以外の他の構成については、図1に示した第1の実施例によるカラー撮像装置の構成と同一である。また、図6に示すように、光学的ローパスフィルタ50以外の他の構成を、図4に示した第2の実施例によるカラー撮像装置の構成と同一にしてもよい。

【0055】図7(a)において、光学的ローパスフィルタ50は、水平方向に対して 45° の方向に第1の距離 d_1 だけ入射した光線を2本に分割する複屈折板51より成る第1の光学部材と、水平方向に第2の距離 d_2 だけ入射した光線を2本に分割する複屈折板52より成る第2の光学部材と、水平方向に対して -45° の方向に第1の距離 d_1 だけ入射した光線を2本に分割する複屈折板53より成る第3の光学部材とにより構成している。これらの複屈折板51～53の作用により、入射した光線は、図7(b)に示すような軌跡をたどることになる。

【0056】この光学的ローパスフィルタ50は、第

1の距離 d_1 について、

$$1.6PhPv / |2Ph \sin \theta + Pv \cos \theta| \leq d_1 \leq 2.4PhPv / |2Ph \sin \theta + Pv \cos \theta| \quad (0 \leq \theta \leq \pi/2) \dots (10)$$

の不等式で示される条件を満足するように構成している。

【0057】すなわち、第1の距離 d_1 が不等式(10)で示す下限を超えると、色キャリアによる折り返し歪み、特に色モアレの発生を抑制することができない。逆に、上限を超えると、充分な解像度を得ることができ

$$H_2(f_H, f_V) = |\cos(\pi d_2 f_H) \cdot \cos(\pi/\sqrt{2} \cdot d_1 (f_H + f_V)) \cdot \cos(\pi/\sqrt{2} \cdot d_1 (f_H - f_V))| \dots (11)$$

【0059】ここで、例えばNTSC方式で、表示画面の縦横比が3:4の場合に用いられる撮像素子であって、その有効画素数が水平方向に640、垂直方向に480程度の撮像素子においては、ほぼ次の関係が成り立

$$d_1 = 2\sqrt{2}/3 \cdot Ph, d_2 = Ph/2 \dots (13)$$

としている。

【0060】この(13)式の条件を満たすMTF特性は、図8(a)に示すようなグラフで表される。また、空間周波数平面(f_H, f_V)上における特性は、図8(b)のように表される。図8(b)において、点線54a、54b、55a、55b、56a、56bは、光学的低パスフィルタ50がトラップする共振周波数である。これより、光学的低パスフィルタ50は輝度、色差周波数のすべてのキャリア周波数をトラップしていることがわかる。

【0061】また、図8(a)からわかるように、解像度限界周波数 $f_H = 1/2Ph$ 以上の周波数成分を充分抑制しているため、輝度の折り返し歪みが発生することがない。したがって、これにより色モアレを低減することができる。更に、(11)、(12)、(13)式および図8(a)から明らかなように、MTFは、 $f_H \leq 1/2Ph$ の周波数領域では、-15dbを超えて落ち込むことはないで、ほぼ解像度限界周波数 $f_H = 1/2Ph$ まで解像度を確保することができる。

【0062】一方、現在広く用いられている、輝度信号のサンプリング周波数が色差信号の搬送周波数 f_{SC} の4倍になる撮像素子では、ほぼ次の関係が成り立つ、

$$Ph = 1.2Pv \dots (14)$$

このときは、第1の距離 d_1 および第2の距離 d_2 を、

$$d_1 = Ph, d_2 = Ph/2 \dots (15)$$

とすれば、上述の効果と同等の効果が得られる。

【0063】上述のように本実施例によれば、一方では、光学的低パスフィルタ50の特性上、限界解像度まで高い解像度を得ることができ、他方では、撮像素子1のカラーフィルタ配列による作用および光学的低パスフィルタ50の特性により、色モアレを充分抑制することができる。したがって、光学的低パスフィルタ50の設計の際に、解像度と色モアレとのトレードオフを考える必要がなくなり、解像度を優先した設計

となる。したがって、色モアレを防止し、かつ充分な解像度を得るためには、第1の距離 d_1 は不等式(10)を満足する必要があるのである。

【0058】ところで、この光学的ローパスフィルタ50の伝達特性(MTF特性)は、次の式で表される。

つ、

$$Ph = Pv \dots (12)$$

そこで、本実施例では、第1の距離 d_1 および第2の距離 d_2 を、

$$d_1 = 2\sqrt{2}/3 \cdot Ph, d_2 = Ph/2 \dots (13)$$

をすることができるようになる。このため、光学的ローパスフィルタ50を薄くコンパクトにすることができるので、撮像光学系全体をコンパクトに構成することが可能になる。

【0064】なお、第1の実施例〜第3の実施例においては、ゲイン調整回路20の有無によらず、出力の輝度信号Y、色差信号R-Y、B-Yをノンインターレースで出力してもインターレースで出力してもよい。ノンインターレースで出力した場合は、カードカメラなどでの画像圧縮に有利であり、コンピューター入力にも適している。また、インターレースで出力した場合は、ビデオカメラや、ステルピデオカメラに用いることができる。このときは、出力信号をアナログ信号に変換するD/A変換器が出力端に必要となる。

【0065】また、上述の補間処理、帯域制限、RGB変換処理などの各処理はいずれも線型的な処理である。このため、これらの処理の順序が前後しても結果は同じになるので、使用するハードウェアに応じて、これらの各処理部の順序を入れ変えて構成してもよい。したがって、これらの順序を変更するだけで、以上説明したブロック図と等価になるものは、全て本発明に含まれる。

【0066】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、撮像素子に配置するカラーフィルタ配列を、垂直方向に対しては2画素周期で相異なる色を繰り返す、水平方向に対しては2画素周期で、かつ垂直方向に1画素だけオフセットして相異なる色を繰り返すようなオフセットサンプリング構造による配列としたので、水平方向および垂直方向に発生する色キャリアを少なくすることができ、これらの色キャリアにより引き起こされる水平方向および垂直方向の色モアレを低減することができる。更に、解像度限界に発生する色キャリアを消滅させることができるので、解像度限界まで高い解像度を得ることができる。

【0067】更に、光学的ローパスフィルタを、入射した光線を撮像素子の定室方向に対して時計回りまたは反時計回りに θ の角度をなす方向で、一定の条件を満たす距離Dだけ離れた2本の光線に分散する光学部材を用いて構成したので、解像度限界以下の領域において十分なMTF特性が得られ、限界解像度まで高い解像度を得ることができるとともに、限界解像度の周波数以上で発生する色キャリアの折り返し歪みによる色モアレを低減することができる。したがって、光学的ローパスフィルタの設計の際には、解像度と色モアレとのトレードオフを考える必要がなくなり、解像度を優先した設計を行うことができる、高解像度の静止フレーム画をも撮影することができる。

【0068】また、撮像素子からの出力について、4種類のカラーフィルターからの出力が一定になるようにゲインを調整するとともに、それらの出力からRGB信号を形成する際に行われるマトリクス演算を、すべての行における任意の2つの列の係数の和を残りの2つの係数の和に等しくした3行4列のマトリクスを用いて行うようにしたので、垂直方向に発生する色キャリアが更に少なくなり、これにより、垂直方向の色モアレの更なる低減が図れ、良好な画像を得ることができる効果がある。

【0069】また、これらの処理をデジタル的に行うようにしたので、性能の均質、安定などの点で利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明のカラータッチ装置の第１の実施例を示すブロック図である。

【図2】本発明のカラー撮像装置を構成する撮像素子のカラーフィルター配列を示す図である。

【図 9】本発明のカラ一撮像装置を構成する撮像素子の空間周波数平面上における色キャリアの特性図である。

【図4】本発明のカラー撮像装置の第2の実施例を示す

ブロック図である。

【図6】本発明のカラー撮像装置の第3の実施例を示すブロック図である。

【図6】本発明のカラ一撮像装置の第3の実施例の他の構成を示すブロック図である。

【図7】第3の実施例のカラー撮像装置を構成する光学的ローパスフィルターの構成図である。

【図8】第3の実施例のカラー撮像装置を構成する光学的ローパスフィルタの特性図である。

【図9】従来のカラー撮像装置を構成する撮像素子のフィルター配置を示す図である。

【図10】従来のカラー撮像装置を構成する撮像素子の空間周波数平面上における色キャリアの特性図である。

【図11】図9の撮像素子について、画素混合読み出しをしたときのサンプリング構造を示す図である。

【図12】図11のサンプリング構成に基づく空間周波数平面上における色キャリアの特性図である。

【図13】従来の光学的ローパスフィルターの通過帯域を示す特性図である。

【図14】従来の光学的ローパスフィルターの構成図である。

【図15】従来の光学的ローパスフィルターの特性図である。

【符号の説明】

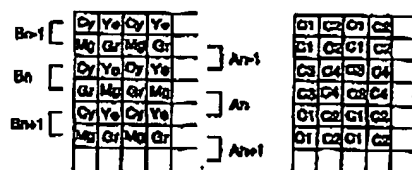
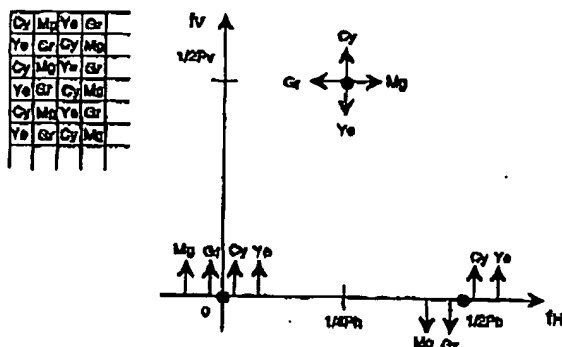
- 1 撮像素子
- 3 A/D変換器
- 4 バッファメモリ
- 10、10a RGB変換部
- 20 ゲイン調整回路
- 50 光学的ローパスフィルタ
- 51、52、53 複屈折板
- 54a、54b、55a、55b、56a、56b 光学的ローパスフィルタがトラップする固液微の軌跡

【图2】

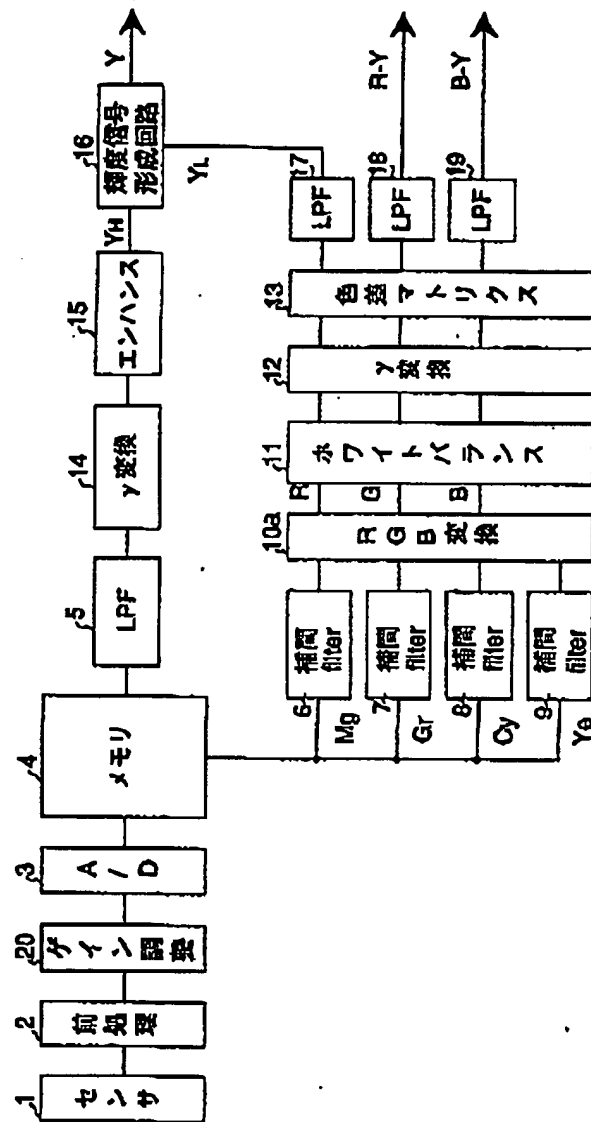
【例 3】

【圖 9】

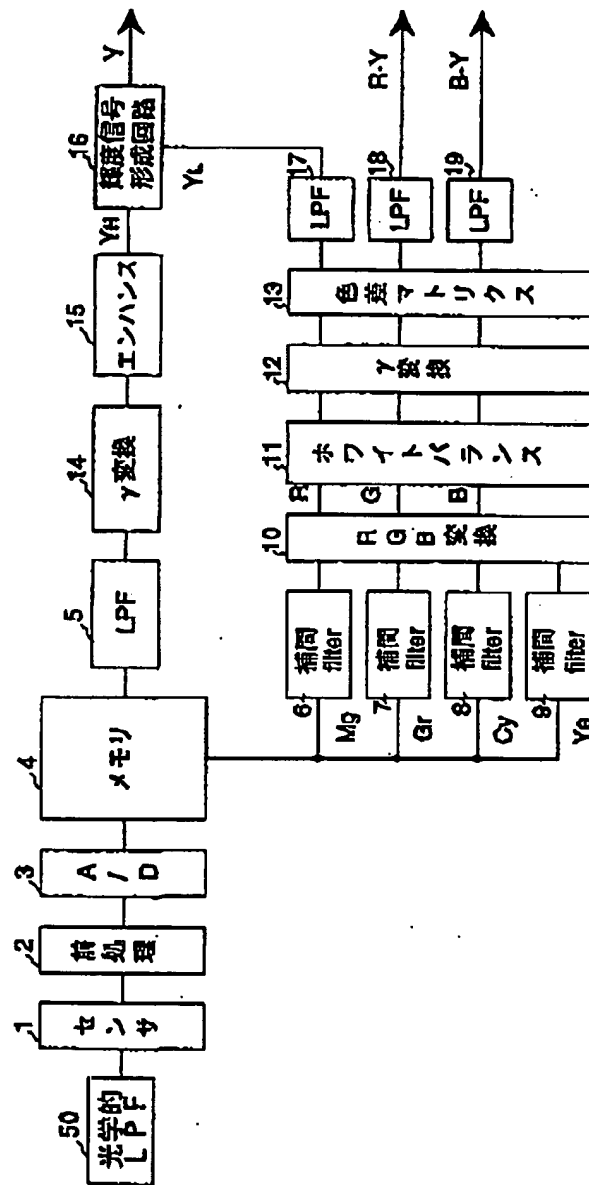
【圖 1-11】



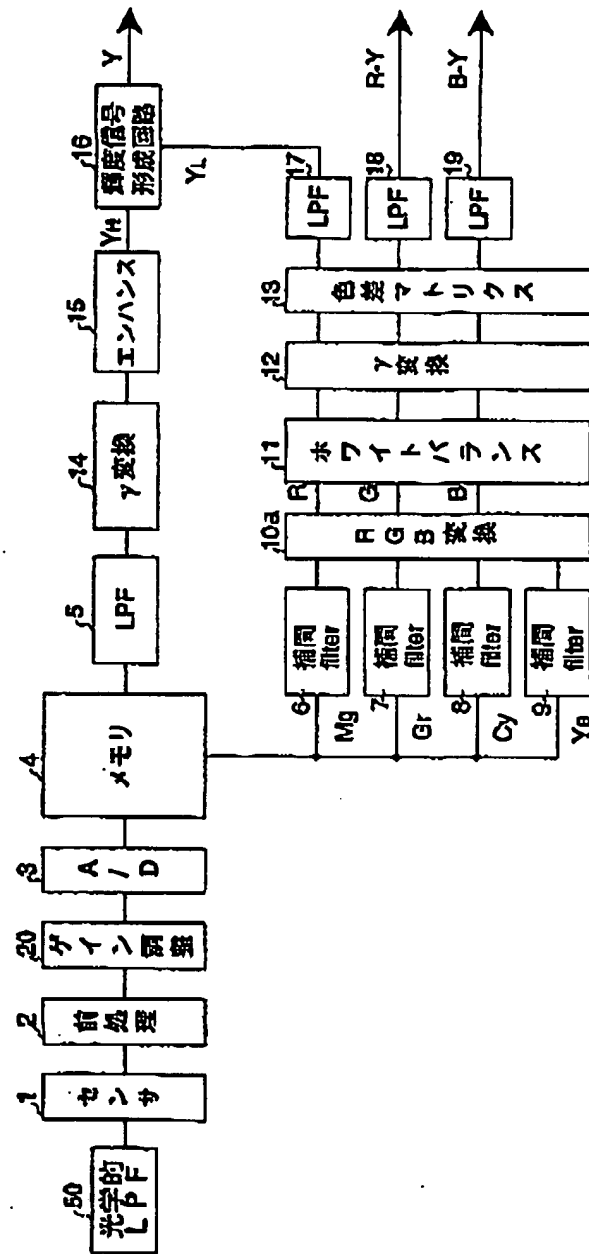
【図4】



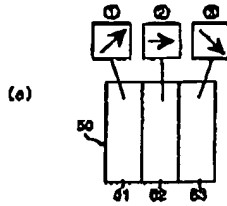
【図6】



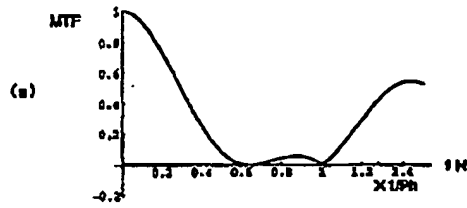
【図6】



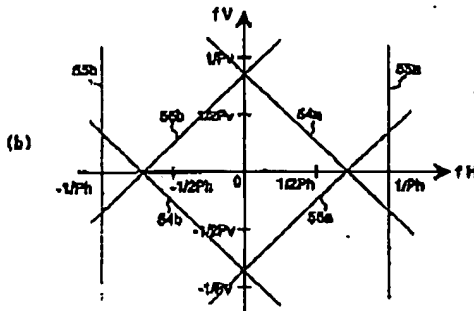
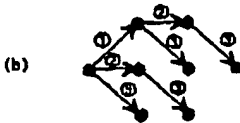
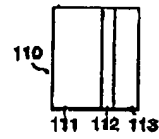
【图7】



【图8】

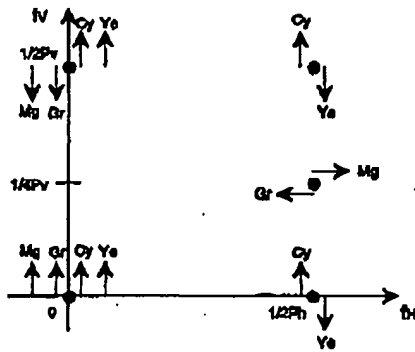


【图14】

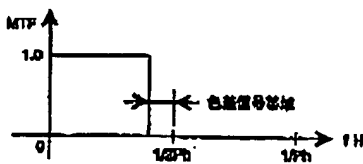
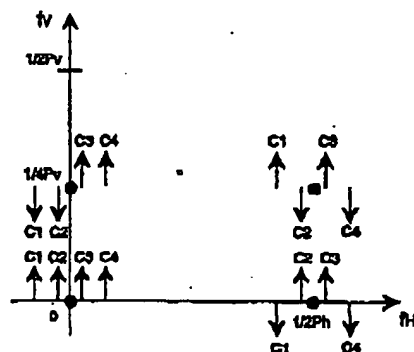


【图10】

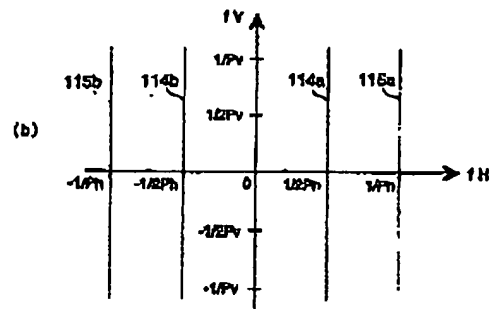
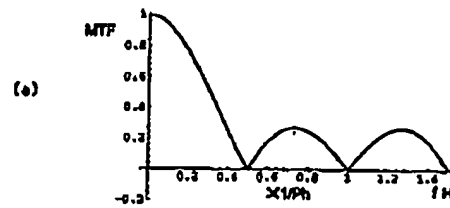
【图12】



【图18】



【图 15】



PHNL000601JP

JP 6-253318 - English Translation 10/022,382 Citation 1
6-1994q

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It has four kinds of color filters, the color filter of the color which is different from each other in a cycle of 2 pixel to a perpendicular direction is repeated, and it receives horizontally, and is a period of 2 pixel. And an image sensor with the offset sampling structure where the color filter of the color which is offset by only 1 pixel of perpendicular directions and is different from each other is repeated, Color image pick-up equipment characterized by obtaining an image by having the memory which once memorizes the output from the above-mentioned image sensor, reading required information from the above-mentioned memory, and performing digital signal processing.

[Claim 2] It has four kinds of color filters, the color filter of the color which is different from each other in a cycle of 2 pixel to a perpendicular direction is repeated, and it receives horizontally, and is a period of 2 pixel. And an image sensor with the offset sampling structure where the color filter of the color which is offset by only 1 pixel of perpendicular directions and is different from each other is repeated, Towards making the include angle of theta to a clockwise rotation or a counterclockwise rotation to the scanning direction of the above-mentioned image sensor, the beam of light which carried out incidence Have the optical member divided into two beams of light which only distance D left, and when the pitch of Ph and a perpendicular direction is set to Pv, the horizontal pitch of the above-mentioned image sensor Distance D is $1.6PhPv/|2Ph\sin\theta + Pvcos\theta| \leq D \leq 2.4PhPv/|2Ph\sin\theta + Pvcos\theta|$. ($0 \leq \theta < \pi/2$)

Color image pick-up equipment characterized by obtaining an image by having the optical low pass filter constituted so that the becoming conditions might be fulfilled, and the memory which once memorizes the output from the above-mentioned image sensor, reading required information from the above-mentioned memory, and performing digital signal processing.

[Claim 3] In the gain adjustment device which adjusts gain so that the output from the four above-mentioned kinds of color filters may become fixed to the photographic subject of an achromatic color about the output from the above-mentioned image sensor, and all lines Color image pick-up equipment according to claim 1 or 2 characterized by having the signal means forming which forms an RGB code from the output of the four above-mentioned kinds of color filters by performing the matrix operation of three-line four trains with the sum of the multiplier of two trains of arbitration equal to the sum of the two remaining multipliers.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the 1st example of the color image pick-up equipment of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing color filter arrangement of the image sensor which constitutes the color image pick-up equipment of this invention.

[Drawing 3] It is the property Fig. of the color carrier on the spatial-frequency flat surface of the image sensor which constitutes the color image pick-up equipment of this invention.

[Drawing 4] It is the block diagram showing the 2nd example of the color image pick-up equipment of this invention.

[Drawing 5] It is the block diagram showing the 3rd example of the color image pick-up equipment of this invention.

[Drawing 6] It is the block diagram showing other configurations of the 3rd example of the color image pick-up equipment of this invention.

[Drawing 7] It is the block diagram of the optical low pass filter which constitutes the color image pick-up equipment of the 3rd example.

[Drawing 8] It is the property Fig. of the optical low pass filter which constitutes the color image pick-up equipment of the 3rd example.

[Drawing 9] It is drawing showing filter arrangement of the image sensor which constitutes conventional color image pick-up equipment.

[Drawing 10] It is the property Fig. of the color carrier on the spatial-frequency flat surface of the image sensor which constitutes conventional color image pick-up equipment.

[Drawing 11] It is drawing showing the sampling structure when carrying out pixel mixing read-out about the image sensor of drawing 9.

[Drawing 12] It is the property Fig. of the color carrier on the spatial-frequency flat surface based on the sampling structure of drawing 11.

[Drawing 13] It is the property Fig. showing the passband of the conventional optical low pass filter.

[Drawing 14] It is the block diagram of the conventional optical low pass filter.

[Drawing 15] It is the property Fig. of the conventional optical low pass filter.

[Description of Notations]

1 Image Sensor

3 A/D Converter

4 Buffer Memory

10 10a RGB transducer

20 Gain Equalization Circuit

50 Optical Low Pass Filter

51, 52, 53 Birefringent plate

54a, 54b, 55a, 55b, 56a, 56b Locus of the frequency in which an optical low pass filter carries out a trap

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the color image pick-up equipment which performs digital signal processing to two-dimensional especially using memory about color image pick-up equipment equipped with the solid state image sensor with which it comes to arrange two or more photo detectors.

[0002]

[Description of the Prior Art] By rapid advance of semiconductor technology in recent years, what was made to perform signal processing in digital one is becoming a favorite in the field of video signal processing. This is because digital signal processing is advantageous in respect of the ease of integration and highly-precise-izing of IC, and various adjustments, the goodness of a S/N ratio, etc. compared with analog signal processing.

[0003] For this reason, also in an image sensor, the various methods of digital correspondence have been developed from having the advantages, such as small, a light weight, and high-reliability. Today most generally the CCD mold image sensor with color filter arrangement as shown in drawing 9 is used from viewpoints, such as high resolution, goodness of a S/N ratio, and an ease of signal processing, as an image sensor for a video camera or electronic "still" cameras in it.

[0004] This image sensor has the color filter which repeats the color which receives horizontally and is different from each other in a cycle of 2 pixel so that clearly from drawing 9. And the filter array consists of Rhine where Rhine where Magenta Mg and Green Gr are repeated, and Cyanogen Cy and Yellow Ye are repeated. Moreover, Mg and Gr are an offset sampling array and Cy and Ye have become a square sampling array. In addition, contrary to this, Mg and Gr are square sampling arrays and there are some from which Cy and Ye are an offset sampling array.

[0005] Drawing 10 is drawing showing the property of the color carrier on the spatial-frequency flat surface (fH and fV) of the image sensor with which the color filter was arranged in this way. In drawing 10, the arrow head expresses the carrier of each color of Mg, Gr, Cy, and Ye, and the sense of an arrow head expresses the phase relation of each of that color. However, fH A horizontal frequency is shown and it is fV. The vertical frequency is shown.

[0006] As an approach of reading a signal from this image sensor, the approach called pixel mixing read-out (or field read-out) is usually used. This is an approach which it mixes two lines at a time, and reads the signal charge by which photo electric conversion was carried out. According to this approach, a signal charge is read like $An-1$, An , $An+1$, and ... in A field, as shown in drawing 9. Moreover, in B field, it is read like $Bn-1$, Bn , $Bn+1$, and ...

[0007] consequently, $(Mg+Cy)$ from this image sensor and $(Ye+Gr)$ -- the pixel signal of $(Mg+Ye)$ is outputted by turns with and $(Cy+Gr)$. When the signal now acquired from an image sensor for convenience is made to call it $C1 = Mg+Cy$, $C2 = Ye+Gr$, $C3 = Cy+Gr$, $C4 = Mg+Ye$, the set of the location of a spatial center of gravity in case these four signals are acquired is $C1$ as shown in drawing 11, $C2$, $C3$, and $C4$. The square sampling

structure to depend can be considered. And he is trying to obtain a color picture by forming the luminance signal and chrominance signal of each field based on this pixel signal.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when performing pixel mixing read-out using an image sensor with color filter arrangement as shown in drawing 9, a problem as shown below arises. If it is going to use this image sensor for photography of the still picture by an electronic "still" camera etc. the 1st, because of pixel mixing read-out, only the image of one of the two's field is obtained, and, for this reason, the so-called frame drawing with high resolution cannot be obtained.

[0009] Although a luminance signal and a chrominance signal will be formed as mentioned above from the image sensor by sampling structure as shown in drawing 11 when performing pixel mixing read-out to the 2nd, two line data which for that were flown by one line must be used. For this reason, since the information on two points which separated spatially will be added, vertical correlation decreases, especially the resolution to a perpendicular direction deteriorates.

[0010] Color moire becomes easy to be conspicuous in order that correlation of the perpendicular direction of a chrominance signal may decrease as mentioned above to the 3rd. This is based on the reason shown below. Drawing 12 is drawing showing the property of the color carrier on the spatial-frequency flat surface (f_H and f_V) of an image sensor based on structure like drawing 11. Setting to drawing 12, an arrow head is C1, C2, C3, and C4. The carrier of each color is expressed and the sense of an arrow head expresses the phase relation of each of that color. Moreover, the pitch of an image sensor with horizontal P_h and P_v express the vertical pitch.

[0011] It turns out that the color carrier is generated in the vertical comparatively low frequency ($0 \frac{1}{4}P_v$) in drawing 12 as compared with the property of the color carrier on the spatial-frequency flat surface (f_H and f_V) which showed this to drawing 10. This is equivalent to 240TV books in the video camera of the NTSC standard. And color moire will occur on a vertical comparatively low frequency according to an operation of this color carrier. Moreover, according to drawing 10, it turns out that the carrier is generated also in the vertical frequency ($0 \frac{1}{2}P_v$). And according to an operation of this color carrier, also when the photographic subject of the pattern that an achromatic color is fine is photoed, color moire will occur.

[0012] Sufficient resolution cannot be obtained from the property of the optical low pass filter used for the 4th in order to prevent generating of color moire. That is, in drawing 10 and both drawings of drawing 12, it turns out that the color carrier is generated in the location of a horizontal frequency ($1/2P_h, 0$). Although made as [control / with the optical low pass filter generally placed in front of an image sensor], it is one of these and use of this optical low pass filter imitates degradation of horizontal resolution, and this color carrier is **. For this reason, in the conventional video camera, the optical low pass filter had to be designed by the trade-off with resolution and the color moire which a color carrier causes, and image quality had to be determined.

[0013] This problem is explained to a detail using drawing 13 - drawing 15. According to the sampling theorem, the luminance signal should be able to take the passband to the frequency of $f_H = 1/2P_h$. Therefore, in order not to generate the chip box return distortion of a luminance signal, as for an optical low pass filter, what cuts into 0 all of $f_H=1$ which

is a Nyquist rate / frequency component of 2 or more Phs is ideal.

[0014] However, since a color carrier is generated in the location of $f_H = 1/2Ph$ as mentioned above, if an optical low pass filter with the above frequency characteristics is used, color moire will occur by chip box return distortion of a color-difference signal. For this reason, only the part of the band of a color-difference signal is lower than the frequency of $f_H = 1/2Ph$ which carries out a color generation of carriers, and the frequency characteristics of an optical low pass filter must set up a passband, as shown in drawing 13.

[0015] The rough configuration of the conventional optical low pass filter on condition of the above thing is shown in drawing 14. In drawing 14, the optical low pass filter 110 consists of a birefringent plate 111 which divides into two the beam of light which carried out incidence only of the distance Ph horizontally, a phase plate 112 which makes the linearly polarized light the circular polarization of light, and a birefringent plate 113 which divides into two the beam of light which carried out incidence only of distance Ph / 2 horizontally.

[0016] Transfer characteristics of this optical low pass filter (MTF property) $H_1 = (f_H \text{ and } f_V) |\cos(\pi/2, \text{ and } Phf_H) \text{ and } \cos(\pi Phf_H)| \dots (1)$

It is expressed with the becoming formula.

[0017] And it is drawing 15 (a) which expressed this with the graph, and it is drawing 15 (b) which was expressed as a property on a spatial-frequency flat surface (f_H and f_V). In drawing 15 (b), dotted lines 114a, 114b, 115a, and 115b are resonance frequency in which the optical low pass filter 110 carries out a trap. This shows that the optical low pass filter 110 carries out the trap of carrier frequency $f_H = 1$ of luminance signal/Ph, and the carrier frequency $f_H = 1/2Ph$ of a color-difference signal.

[0018] Moreover, in the optical low pass filter 110 with the above properties, if MTF already falls to -15db in about 85% of frequency of carrier frequency $f_H = 1/2Ph$ of a color-difference signal and it results in $f_H = 1/2Ph$ so that (1) type or drawing 15 (a) may also show, MTF is 0. Therefore, with the conventional color image pick-up equipment using such an optical low pass filter 110, only resolution lower than $f_H = 1/2Ph$ which is a resolution limitation was able to be obtained.

[0019] Moreover, since $f_H = 1$ / frequency component of 2 or more Phs was not fully controlled so that clearly from drawing 15 (a), there was also a problem that the color moire by the chip box return distortion of a color carrier will occur by this.

[0020] Its resolution is good while this invention attains rationalization of various processings by digital signal processing in view of the above problems, and it aims at color moire offering the color image pick-up equipment which can also photo rest frame drawing few.

[0021]

[Means for Solving the Problem] It has four kinds of color filters, the color filter of the color which is different from each other in a cycle of 2 pixel to a perpendicular direction is repeated, and the color image pick-up equipment of this invention receives horizontally, and is a period of 2 pixel. And an image sensor with the offset sampling structure where the color filter of the color which is offset by only 1 pixel of perpendicular directions and is different from each other is repeated, It is characterized by obtaining an image by having the memory which once memorizes the output from the above-mentioned image sensor, reading required information from the above-mentioned

memory, and performing digital signal processing.

[0022] The place by which it is characterized [of this invention / other] is the direction which makes the include angle of theta for the beam of light which carried out incidence to the above-mentioned image sensor to a clockwise rotation or a counterclockwise rotation to the scanning direction of the above-mentioned image sensor. Have the optical member divided into two beams of light which only distance D left, and when the pitch of Ph and a perpendicular direction is set to Pv, the horizontal pitch of the above-mentioned image sensor Distance D

$1.6PhPv/[2Ph\sin\theta + Pv\cos\theta] \leq D \leq 2.4PhPv/[2Ph\sin\theta + Pv\cos\theta]$ ($0 \leq \theta \leq \pi/2$)

It is characterized by obtaining an image by having the optical low pass filter constituted so that the becoming conditions might be fulfilled, and the memory which once memorizes the output from the above-mentioned image sensor, reading required information from the above-mentioned memory, and performing digital signal processing.

[0023] In the gain adjustment device which adjusts gain so that the output from the four above-mentioned kinds of color filters may become fixed to the photographic subject of an achromatic color about the output from the above-mentioned image sensor the place by which it is characterized [of this invention / of further others], and all lines By performing the matrix operation of three-line four trains with the sum of the multiplier of two trains of arbitration equal to the sum of the two remaining multipliers, it is characterized by having the signal means forming which forms an RGB code from the output of the four above-mentioned kinds of color filters.

[0024]

[Function] According to this invention constituted as mentioned above, horizontal and the color carrier generated perpendicularly decrease by having arranged four kinds of color filters arranged on an image sensor to a perpendicular direction in the array by the offset sampling structure where received horizontally 2 Phs and only Ph was perpendicularly offset by $2Pv(s)$.

[0025] Furthermore, while MTF property sufficient in the field below marginal resolution is acquired by having constituted using the optical member divided into two beams of light which only the distance D with which certain conditions are filled left towards making the include angle of theta for the beam of light which carried out incidence of the optical low pass filter to a clockwise rotation or a counterclockwise rotation to the scanning direction of an image sensor, the frequency component more than the frequency of marginal resolution is controlled enough.

[0026] Moreover, while adjusting gain about the output from an image sensor so that the output from four kinds of color filters may become fixed The color carrier generated perpendicularly decreases further by performing the sum of the multiplier of two trains of arbitration [in / for the matrix operation performed in case an RGB code is formed from those outputs / all lines] using the matrix of the three-line four trains made equal to the sum of the two remaining multipliers.

[0027]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained based on a drawing.

Drawing 1 is the block diagram showing the 1st example of the color image pick-up equipment of this invention. In drawing 1, 1 is the image sensor which changes into an

electric signal the light from the optical low pass filter which is not illustrated, and arranges four kinds of color filters which are mentioned later.

[0028] An image pick-up signal is read from an image sensor 1 for every pixel. After the image pick-up signal read from the image sensor 1 receives processing of CDS (removal of the reset noise of the output signal of an image sensor 1, or a clock noise), AGC (rationalization of input signal level), etc. in the pretreatment circuit 2, A/D conversion of it is carried out by A/D converter 3 to the timing which synchronized with the read-out clock. When this A/D converter 3 has a good thing with a linear property and it thinks from the point of a quantization error for the color processing performed later, what performs A/D conversion in the precision of 8 bits or more is desirable.

[0029] The signal by which A/D conversion was carried out is once written in buffer memory 4 for two-dimensional signal processing performed later. And a signal required for processing is read from this buffer memory 4.

[0030] The signal corresponding to a luminance signal is read from buffer memory 4 one by one in the sequence corresponding to the pixel array of an image sensor 1, and is inputted into a low pass filter 5. The signal inputted into the low pass filter 5 is the luminance signal YH which includes a high-frequency component in response to processing predetermined by the gamma transducer 14 and the enhancer 15 after a here predetermined band limit is made. It is carried out. Thus, luminance signal YH including the acquired high-frequency component Low-pass component YL of the brightness obtained by approach which is mentioned later It is compounded in the luminance-signal formation circuit 16, and is outputted as a luminance signal Y.

[0031] On the other hand, the signal corresponding to chrominance signals Mg, Gr, Cy, and Ye is read from buffer memory 4 like the above, and is made into the chrominance signals Mg, Gr, Cy, and Ye by which synchronization was respectively carried out with four interpolation filters 6, 7, 8, and 9. Then, these four sorts of chrominance signals are inputted into the RGB transducer 10, and are changed into the three-primary-colors signal of R, G, and B. In addition, this conversion is performed by the matrix operation shown below.

[0032]

[Equation 1]

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = A \begin{bmatrix} Mg \\ Gr \\ Cy \\ Ye \end{bmatrix} \quad \dots \quad (2)$$

[0033] Here, Matrix A is a matrix of the three-line four trains optimized so that the spectral characteristics Mg (lambda), Gr (lambda), Cy (lambda), and Ye (lambda) of Mg, Gr, Cy, and Ye of an image sensor 1 might be brought close to the ideal spectral characteristics R (lambda), G (lambda), and B (lambda) of R, G, and B to which it was set by the NTSC standard.

[0034] Next, a white balance is taken by changing three signals of R, G, and B which

were formed of the RGB transducer 10 into the form alphaR, G, and betaB, in the white balance section 11, respectively. Then, after gamma conversion of an RGB code is done by table conversion by the gamma transducer 12, it is inputted into the color difference matrix section 13. Low-pass component YL of the brightness mentioned above by performing color difference conversion which suited the NTSC standard as shown below in the color difference matrix section 13 Two color-difference-signal R-Y and B-Y are generated.

[0035]

[Equation 2]

$$\begin{bmatrix} Y \\ R-Y \\ B-Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.30 & 0.59 & 0.11 \\ 0.70 & -0.59 & -0.11 \\ -0.30 & -0.59 & 0.89 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R^{\gamma} \\ G^{\gamma} \\ B^{\gamma} \end{bmatrix}$$

[0036] Color-difference-signal R-Y and B-Y are outputted after a band limit predetermined with the low pass filters 18 and 19 which continue, respectively is made. Moreover, low-pass component YL of brightness Luminance signal YH which includes a high-frequency component as mentioned above after a band limit predetermined with a low pass filter 17 is made It is compounded in the luminance-signal formation circuit 16, and is outputted as a luminance signal Y.

[0037] Composition by this luminance-signal formation circuit 16 $Y = YH - \delta(LPF17) * YH + \delta YL$ ($0 \leq \delta \leq 1$) ... (4)

It comes out and is carried out by the transformation shown. (LPF17) is a low pass filter with the same band as a low pass filter 17, and is (LPF17) * YH here. Luminance signal YH which includes a high-frequency component for the same band limit as a low pass filter 17 It means carrying out by receiving.

[0038] Generally it is the low-pass component YL of brightness to perform such conversion. Luminance signal YH with which a S/N ratio is not necessarily good with luminance signal and includes a high-frequency component although it has spectral characteristic top right brightness Although a S/N ratio is conversely good, it is because it does not necessarily have spectral characteristic top right brightness.

[0039] delta is the low-pass component YL of brightness here. When a S/N ratio is good, you may fix to 1. In this case, the processing in the luminance-signal formation circuit 16 is the luminance signal YH including a high-frequency component. Low-pass component YL of inner brightness It is the low-pass component YL of similar brightness about the part of the same band. It is equivalent to replacing.

[0040] Moreover, luminance signal YH including a high-frequency component delta may be fixed to 0 as long as the spectral characteristic is sufficiently close to the property of original brightness. In this case, luminance signal YH which does not perform processing in the luminance-signal formation circuit 16 at all, but includes a high-frequency component It corresponds, when outputting as a luminance signal Y as it is. In addition, you may make it change the value of delta in consideration of a S/N ratio, color

reproduction nature, etc. according to the brightness of a photographic subject, the information on a color, etc.

[0041] Drawing 2 is drawing showing one example of the color filter arrangement allotted to the image sensor 1 mentioned above. This color filter arrangement consists of four colors of Mg, Gr, Cy, and Ye. And the color which is different from each other by $2Ph(s)$ to a perpendicular direction is repeated, and it receives horizontally, and is considering as arrangement by offset sampling structure which repeats the color to which it is $2Pv(s)$, and only Ph offsets and is perpendicularly different from each other.

[0042] In addition, this color filter arrangement may not necessarily be as this drawing 2, for example, may replace Mg, Cy, or Gr and Ye. Furthermore, you may make it arrange with the combination of four colors chosen as arbitration from the inside of not only these four colors but the color of Red Rd, blue Bl, White Wh, etc., and the four above-mentioned color.

[0043] Drawing 3 is the frequency-characteristics Fig. showing the property of the color carrier on the spatial-frequency flat surface (fH and fV) of the image sensor 1 which has arranged the color filter in this way. In drawing 3, the arrow head expresses the carrier of each color of Mg, Gr, Cy, and Ye, and the sense of an arrow head expresses the phase relation of each of that color.

[0044] As compared with the frequency characteristics in the conventional image sensor which showed these frequency characteristics to drawing 10 and drawing 12, it turns out in this example that the color carrier is not generated in the vertical location of frequency $fV = 1/4Pv$. For this reason, it is hard coming to generate the color moire generated by chip box return from these color carriers. Furthermore, fV Since there is no color carrier on a shaft, the resolution of a luminance signal can be obtained to $fV = 1/2Pv$ which is a theoretic resolution limitation.

[0045] Next, the 2nd example of the color image pick-up equipment of this invention is explained based on drawing 4. In drawing 4, the same sign is given to the component of drawing 1, and the corresponding part, and since these fundamental actuation is the same as that of the thing in drawing 1, detailed explanation is omitted here.

[0046] In this example, the gain equalization circuit 20 is arranged in the preceding paragraph of A/D converter 3, and the description is in the place which is adjusting the gain of the image pick-up signal acquired by this gain equalization circuit 20 by each pixel of Mg, Gr, Cy, and Ye so that it may become homogeneity to the photographic subject of an achromatic color. In addition, although this gain adjustment may be performed to the analog signal in front of A/D conversion as shown in drawing 4, in a certain case, the quantization precision of A/D converter 3 may carry out after A/D conversion enough.

[0047] It is not only lost that an unnecessary modulation component is overlapped on a luminance signal, but by performing such a gain adjustment, it can bring about an improvement as shown below also to a chrominance signal.

[0048] It sets now to the transformation having shown in (2) types, and is Matrix A. $A = (a_{ij}) (i = 1, 2, 3; j = 1, 2, 3, 4) \dots (5)$

It carries out. Since the gain equalization circuit 20 is, on the other hand, adjusting the gain of each pixel of Mg, Gr, Cy, and Ye so that it may become homogeneity to the photographic subject of an achromatic color, A certain function ϕ on frequency space (fH and fV) is used for the baseband component of Mg, Gr, Cy, and Ye. $Mg(fH \text{ and } fV)$

$$=Gr(fH \text{ and } fV) = Cy(fH \text{ and } fV) = Ye(fH \text{ and } fV) = \phi(fH \text{ and } fV) \dots (6)$$

It can express.

[0049] If sufficient band limit shall be carried out with interpolation filters 6, 7, and 8 and the two-dimensional filter of 9 grades, the baseband component of each color here Carrier component in the location of the frequency (1/2Ph, 0) in drawing 4 $Mg(fH \text{ and } fV)$

$$=Gr(fH \text{ and } fV) = -\phi(fH \text{ and } fV), Cy(fH \text{ and } fV) = Ye(fH \text{ and } fV) = \phi(fH \text{ and } fV) \dots$$

(7)

It becomes.

[0050] Therefore, the carrier component in this point of an RGB code (2), (5), (6), and (7) types $R(fH \text{ and } fV) = (-a11 - a12 + a13 + a14) \phi(fH \text{ and } fV)$, $G(fH \text{ and } fV) = (-a21 - a22 + a23 + a24) \phi(fH \text{ and } fV)$, $B(fH \text{ and } fV) = (-a31 - a32 + a33 + a34) \phi(fH \text{ and } fV)$

... (8)

** -- it is expressed like.

[0051] if the sum of the multiplier of the 1st train and the 2nd train is equal to the sum of the multiplier of the 3rd train and the 4th train in each line of Matrix A according to this -- namely, -- $a11 + a12 = a13 + a14$ (2 $i = 1, 3$) ... (9)

If the relation to say is realized, the carrier component of the RGB code in this point (1/2Ph, 0) will disappear, and the carrier component of the chrominance signal in this point will not be generated.

[0052] That is, since the carrier component of the perpendicular direction of a chrominance signal can be extinguished by constituting so that the conditions which show the matrix A in RGB transducer 10a in (9) types may be satisfied, it becomes possible to reduce the color moire which this generates with the photographic subject of the pattern that an achromatic color is fine.

[0053] In addition, when the gain adjustment by the gain equalization circuit 20 can carry out correctly with each color temperature, it is not necessary to perform white balance adjustment in the white balance section 11.

[0054] Next, the 3rd example of the color image pick-up equipment of this invention is explained. In this example, as shown in drawing 5, the optical low pass filter 50 of a configuration as shown in drawing 7 (a) is used as an optical low pass filter placed in front of an image sensor 1. In addition, in drawing 5, it is the same as that of the configuration of the color image pick-up equipment by the 1st example shown in drawing 1 about other configurations of those other than optical low pass filter 50. Moreover, it is good even if the same as that of the configuration of the color image pick-up equipment by the 2nd example which showed other configurations of those other than optical low pass filter 50 to drawing 4, as shown in drawing 6.

[0055] In drawing 7 (a) the optical low pass filter 50 horizontal -- receiving -- a 45-degree direction -- the 1st distance d1 only -- with the 1st optical member which consists of the birefringent plate 51 which divides into two the beam of light which carried out incidence horizontal -- the 2nd distance d2 only -- the 2nd optical member which consists of the birefringent plate 52 which divides into two the beam of light which carried out incidence -- horizontal -- receiving -- a -45-degree direction -- the 1st distance d1 only -- the 3rd optical member which consists of the birefringent plate 53 which divides into two the beam of light which carried out incidence constitutes. According to an operation of these birefringent plates 51-53, the beam of light which carried out incidence will follow a locus as shown in drawing 7 (b).

[0056] this optical low pass filter 50 -- the 1st distance d_1 ***** -- $1.6PhPv/[2Ph\sin\theta + Pv\cos\theta] \leq d_1 \leq 2.4PhPv/[2Ph\sin\theta + Pv\cos\theta]$ ($0 \leq \theta \leq \pi/2$) ... (10)
It constitutes so that the conditions shown by ***** may be satisfied.

[0057] Namely, the 1st distance d_1 If the minimum shown to inequality (10) is exceeded, the chip box return distortion by the color carrier, especially generating of color moire cannot be controlled. When an upper limit is exceeded, it becomes impossible on the contrary, to obtain sufficient resolution. Therefore, in order to prevent color moire and to obtain sufficient resolution, it is the 1st distance d_1 . It is necessary to satisfy inequality (10).

[0058] By the way, the transfer characteristics (MTF property) of this optical low pass filter 50 are expressed with the following formula.

$H_2 = (f_H \text{ and } f_V) [\cos(\pi d_2 f_H), \cos(\pi/\sqrt{2} \text{ and } d_1), \text{ and } (f_H + f_V) \cos(\pi/\sqrt{2} \text{ and } d_1) | (f_H - f_V) \dots (11)$

[0059] Here, with NTSC system, it is the image sensor used when the aspect ratio of the display screen is 3:4, and the following relation is horizontally realized mostly in about 480 image sensor by the number of effective pixels to 640 and a perpendicular direction. $Ph = Pv \dots (12)$

So, at this example, it is the 1st distance d_1 . And the 2nd distance d_2 $d_2 = Ph [d_1 = 2\sqrt{2}/3, Ph, \text{ and }]/2 \dots (13)$

It is carrying out.

[0060] The MTF property of fulfilling the conditions of this (13) type is expressed with a graph as shown in drawing 8 (a). Moreover, the property on a spatial-frequency flat surface (f_H and f_V) is expressed like drawing 8 (b). In drawing 8 (b), dotted lines 54a, 54b, 55a, 55b, 56a, and 56b are resonance frequency in which the optical low pass filter 50 carries out a trap. This shows that the optical low pass filter 50 is carrying out the trap of all the carrier frequencies of brightness and color difference both signals.

[0061] Moreover, since resolution threshold frequency $f_H = 1 / \text{frequency component of } 2$ or more Ph s is enough controlled so that drawing 8 (a) may show, the clinch distortion of brightness does not occur. Therefore, thereby, color moire can be reduced. Furthermore, since MTF does not fall more than -15db, it can secure resolution to resolution threshold frequency $f_H = 1/2Ph$ mostly in the frequency domain of $f_H \leq 1/2Ph$, so that clearly from (11), (12), (13) types, and drawing 8 (a).

[0062] In the image sensor which is used widely on the other hand now and from which the sampling frequency of a luminance signal will be 4 times the carrier frequency f_{SC} of a color-difference signal, the following relation is realized mostly.

$Ph = 1.2Pv \dots (14)$

At this time, it is the 1st distance d_1 . And the 2nd distance d_2 $d_2 = Ph [d_1 = Ph \text{ and }]/2 \dots (15)$

Then, effectiveness equivalent to above-mentioned effectiveness is acquired.

[0063] As mentioned above, according to this example, on the other hand, resolution high to marginal resolution can be obtained on the property of the optical low pass filter 50, and color moire can be enough controlled with the property of the operation by the color filter array of an image sensor 1, and the optical low pass filter 50. Therefore, the design which it becomes unnecessary to have considered the trade-off with resolution and color moire, and gave priority to resolution on the occasion of the design of the optical low pass filter 50 can be carried out now. For this reason, since the optical low pass filter 50

can be thinly used as a compact, it becomes possible to constitute the whole image pick-up optical system in a compact.

[0064] In addition, in the 1st example - the 3rd example, it is not based on the existence of the gain equalization circuit 20, but the luminance signal Y of an output, color-difference-signal R-Y, and B-Y may be outputted by non-interlaced one, or you may output by interlace. When it outputs by non-interlaced one, it is advantageous to the picture compression in a card camera etc., and suitable also for the computer input. Moreover, when it outputs by interlace, it can use for a video camera and a still video camera. At this time, the D/A converter which changes an output signal into an analog signal is needed for an outgoing end.

[0065] Moreover, each of each processings of above-mentioned interpolation processing, a band limit, RGB transform processing, etc. is processings like a line type. For this reason, since a result becomes the same even if the sequence of these processings gets mixed up, the sequence of each of these processing sections may be put in, changed and constituted according to the hardware to be used. Therefore, all the things that become the block diagram explained above and equivalence only by changing such sequence are contained in this invention.

[0066]

[Effect of the Invention] As explained above, the color which is different from each other in a cycle of 2 pixel to a perpendicular direction in the color filter array arranged to an image sensor according to this invention is repeated, and it receives horizontally, and is a period of 2 pixel. And since it considered as the array by offset sampling structure which repeats the color which offsets and is perpendicularly different from each other only 1 pixel The color carrier generated perpendicularly can be lessened and the color moire of horizontal, horizontally it is caused by these color carriers, and a perpendicular direction can be reduced. Furthermore, since the color carrier generated to a resolution limitation can be extinguished, resolution high to a resolution limitation can be obtained.

[0067] The beam of light which carried out incidence of the optical low pass filter in furthermore, the direction which makes the include angle of theta to a clockwise rotation or a counterclockwise rotation to the scanning direction of an image sensor Since it constituted using the optical member divided into two beams of light which only the distance D with which certain conditions are filled left While sufficient MTF property is acquired in the field below a resolution limitation and being able to obtain high resolution to marginal resolution, the color moire by the clench distortion of the color carrier generated above the frequency of marginal resolution can be reduced. Therefore, in the case of the design of an optical low pass filter, the design which it becomes unnecessary to have considered the trade-off with resolution and color moire, and gave priority to resolution can be performed, and the rest frame drawing of high resolution can also be photoed.

[0068] Moreover, while adjusting gain about the output from an image sensor so that the output from four kinds of color filters may become fixed Since it was made to perform the sum of the multiplier of two trains of arbitration [in / for the matrix operation performed in case an RGB code is formed from those outputs / all lines] using the matrix of the three-line four trains made equal to the sum of the two remaining multipliers The color carrier generated perpendicularly decreases further, and thereby, further reduction of vertical color moire can be aimed at, and it is effective in the ability to obtain a good

image.

[0069] Moreover, since it was made to perform these processings in digital one, there is an advantage in respect of the homogeneity of the engine performance, stability, etc.

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**